



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 203 15 998 U1** 2004.01.22

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(22) Anmeldetag: **17.10.2003**
(47) Eintragungstag: **11.12.2003**
(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **22.01.2004**

(51) Int Cl.7: **B05B 1/34**
B08B 3/02

(71) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Szücs, Johann, 83727 Schliersee, DE

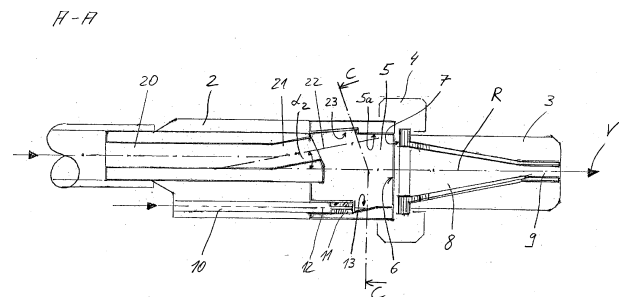
(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
Schwabe, Sandmair, Marx, 81677 München

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Erzeugung eines rotierenden Fluidstrahls**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Erzeugung eines um eine Strahlachse (R) rotierenden Fluidstrahls, die Vorrichtung umfassend:

- a) eine Düse (8, 9), durch die der Strahl in Richtung der Strahlachse (R) austritt,
- b) eine Mischkammer (5),
- c) einen Mischkammerauslass (6), der die Mischkammer (5) mit der Düse (8, 9) verbindet und durch den sich die Strahlachse (R) erstreckt,
- d) eine erste Zuleitung (10), durch die ein erster Fluidstrom in die Mischkammer (5) einleitbar ist,
- e) und eine zweite Zuleitung (20), durch die ein zweiter Fluidstrom in die Mischkammer (5) einleitbar ist und die exzentrisch und geneigt zu der Strahlachse (R) und der ersten Zuleitung (10) verläuft, dadurch gekennzeichnet, dass
- f) auch die erste Zuleitung (10) geneigt oder exzentrisch zu der Strahlachse (R) verläuft.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Fluidstrahls, der um eine in Strahlrichtung weisende Strahlachse rotiert. Die Vorrichtung kann insbesondere für die schonende Behandlung von Oberflächen, vorzugsweise Reinigung, verwendet werden. Insbesondere eignet sie sich für die Behandlung von empfindlichen Oberflächen von beispielsweise Denkmälern, Skulpturen, Fahrzeugen einschließlich Luft- und Wasserfahrzeugen. Sie ist vorzugsweise ein Handgerät, besonders bevorzugt in Form einer Reinigungspistole.

[0002] Für die schonende Behandlung von Oberflächen sind Vorrichtungen bekannt, die einen rotierenden, sich kegelförmig ausbreitenden Reinigungsstrahl erzeugen. Der Reinigungsstrahl wird in einer Mischkammer der Vorrichtung durch die besondere Art der Zusammenführung von Fluidströmen erzeugt. So beschreibt die EP 0 171 448 B1 ein bewährtes Prinzip, nach dem durch eine zur Strahlachse konzentrische, zentrale Zuleitung Wasser über eine Zerstäubungsdüse und schräg und exzentrisch zum Wasserstrom ein Luft-Granulat-Strom in die Mischkammer eingeleitet werden. Die beiden Fluidströme einschließlich des in dem einen Strom enthaltenen Granulats werden durch diese besondere Zuführung in der Mischkammer verwirbelt und durch eine Düse in eine Strahlrichtung ausgestoßen. Der austretende Strahl vollführt eine Rotationsbewegung um seine in Strahlrichtung weisende Strahlachse, so dass der kegelförmige Gemischstrahl entsteht. Ein beträchtlicher Teil der kinetischen Energie des Strahls steckt in der Rotationsbewegung, so dass die Aufprallenergie in Strahlrichtung beim Auftreffen des Strahls auf die zu behandelnde Oberfläche gegenüber einem nur translatorisch fortschreitenden Strahl gleicher Gesamtenergie deutlich reduziert und deshalb die Behandlung der Oberfläche besonders schonend mittels einer Art Wischbewegung durchgeführt werden kann.

[0003] Um die Vermischung der Fluidströme in der Mischkammer zu verbessern und deren Verschleiß zu mindern, schlägt die EP 0 582 191 A1 vor, die Zerstäubungsdüse für das Wasser zu einer schmalen und breiten Schlitzdüse zu formen. Das Luft-Granulat-Gemisch wird zu der zentralen Schlitzdüse wieder exzentrisch und schräg in die Mischkammer geleitet, so dass nach dem grundsätzlich aus der EP 0 171 448 B1 bekannten Prinzip die Fluidströme in der Mischkammer verwirbelt werden, um den rotierenden Gemischstrahl am Düsenauslass zu erhalten. Der mittels der Schlitzdüse erzeugte dünne, aber breite Wasserstrahl schirmt die Kammerwand vor dem in die Mischkammer eintretenden Luft-Granulat-Gemischstrahl zumindest teilweise ab, so dass der Verschleiß vermindert und die Vermischung und Verwirbelung der Fluidströme in der Mischkammer intensiviert werden.

[0004] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, bei Vorrichtungen, die einen rotierenden Gemischstrahl er-

zeugen, den Verschleiß nochmals zu mindern.

[0005] Die Erfindung geht von einer Vorrichtung zur Erzeugung eines um eine Strahlachse rotierenden Fluidstrahls aus und umfasst eine Düse, durch die der Strahl in eine Strahlrichtung entlang der Strahlachse austritt, eine Mischkammer zur Vermischung und Verwirbelung von in die Mischkammer eingeleiteten Fluidströmen, einen Mischkammerauslass, der die Mischkammer mit der Düse verbindet und durch den sich die Strahlachse erstreckt, und wenigstens zwei Zuleitungen, durch die die zu vermischenden und verwirbelnden Fluidströme in die Mischkammer einleitbar sind. Die Mischkammer wird von einer um die Strahlachse vorzugsweise umlaufend kontinuierlich gekrümmten Kammerwand begrenzt. Die Mischkammer kann insbesondere zylindrisch sein. Bevorzugt ist sie rotationssymmetrisch mit der Strahlachse als Symmetrieachse. Die Rotationsbewegung des Gemisches wird wie bei den bekannten Vorrichtungen dadurch bewirkt, dass durch die wenigstens zwei Zuleitungen wenigstens zwei Fluidströme exzentrisch und winkelig zueinander in die Mischkammer eingeleitet werden, um sich dort zu vermischen und einen Gemischwirbel zu bilden, der anschließend nach Austritt aus der Düse den rotierenden Fluidstrahl bildet. Obgleich mehr als zwei Zuleitungen zum Vermischen von dementsprechend mehr als zwei Fluidströmen vorgesehen sein können, entspricht es bevorzugten Ausführungsbeispielen, wenn genau zwei Zuleitungen in die Mischkammer führen.

[0006] Nach der Erfindung verläuft nicht nur eine Zuleitung der wenigstens zwei Zuleitungen exzentrisch und winkelig zu der Strahlachse, um den durch diese Zuleitung in die Mischkammer eintretenden Fluidstrom exzentrisch und winkelig zu der Strahlachse einzuleiten, sondern es verläuft auch die andere Zuleitung der wenigstens zwei Zuleitungen entweder exzentrisch oder winkelig oder sowohl exzentrisch als auch winkelig zu der Strahlachse, um auch den durch sie in die Mischkammer eintretenden Fluidstrom exzentrisch und/oder winkelig zu der Strahlachse in die Mischkammer einzuleiten. Ein zur Strahlachse exzentrischer Verlauf bedeutet, dass der Flächenschwerpunkt des Strömungsquerschnitts der betreffenden Zuleitung an deren Mündung in die Mischkammer nicht auf der Strahlachse liegt. In einer bevorzugten Ausführung verläuft die Strahlachse nicht einmal durch die Mündung der exzentrischen Zuleitung, d. h. deren Mündung ist neben der Strahlachse angeordnet. Falls beide Zuleitungen exzentrisch verlaufen, ist es vorteilhaft, wenn die Mündungen beider Zuleitungen so angeordnet sind. Die wenigstens eine exzentrische Zuleitung bildet für den durch sie eingeleiteten Fluidstrom eine Einströmachse mit einer entsprechenden Exzentrizität. Die Einströmachse verläuft in weiter bevorzugter Ausbildung so, dass sie die Strahlachse selbst nicht schneidet, sondern im Falle eines geneigten Verlaufs nur ihre Parallelprojektion. Für die andere der wenigstens zwei Zuleitungen gilt dies vorzugsweise in gleicher

Weise.

[0007] Durch eine zur Strahlachse exzentrische Einleitung beider Fluidströme kann der bei der Verwirbelung drehimpulserhöhend wirkende Hebelarm zwischen den Fluidströmen vergrößert und dementsprechend die Verwirbelung verstärkt werden. Eine Exzentrizität beider Zuleitungen hat ferner zur Folge, dass die durch derartige Zuleitungen zugeführten Fluidströme jeweils näher bei der Kammerwand als ein auf der Strahlachse zentral zugeführter Fluidstrom in die Mischkammer eingeleitet werden und dadurch sowohl der eine als auch der andere der wenigstens zwei Fluidströme die Kammerwand gegen den jeweils anderen besser als ein zentral eingeleiteter Fluidstrom schützen kann. Verläuft sowohl die erste als auch die zweite Zuleitung winkelig, d. h. mit einer Neigung größer als 0° und kleiner als 90° , zur Strahlachse, kann für jeden der Fluidströme die Neigung zur Strahlachse kleiner und der Winkel zur Kammerwand spitzer als bei geneigtem Verlauf nur einer der Zuleitungen sein. Auch durch diese Maßnahme wird der Verschleiß daher vermindert. Die Neigungen zur Strahlachse sind dabei so gewählt, dass jeder der Fluidströme zwar mit einer Neigung, aber dennoch mit einer in Strahlrichtung weisenden Geschwindigkeitskomponente in die Mischkammer eingeleitet wird. Wenn sowohl die erste Zuleitung als auch die zweite Zuleitung exzentrisch und winkelig zur Strahlachse verlaufen, wird eine besonders intensive und dadurch gleichmäßige Durchmischung der Fluidströme unter Bildung eines Gemischwirbels erzielt. Die vorteilhaften Wirkungen beider Maßnahmen werden kombiniert.

[0008] Vorteilhaft ist, wenn wenigstens einer, vorzugsweise genau einer der Fluidströme von der Strahlachse weg weisend in Richtung auf eine Mantelfläche der Kammerwand eingeleitet wird. Um dies zu bewirken, verläuft wenigstens eine der Zuleitungen in zumindest einem in die Mischkammer mündenden Endabschnitt von der Strahlachse weg weisend in Richtung auf die betreffende Kammerwand zu. Der Neigungswinkel des Endabschnitts der betreffenden Zuleitung und damit der Neigungswinkel des durch diese Zuleitung eingeleiteten Fluidstroms sollte zur Strahlachse wenigstens 5° und höchstens 40° betragen. In dem Flächenbereich der Kammerwand, in dem der betreffende Fluidstrom auftrifft, ist vorzugsweise eine Vertiefung gebildet. Die Vertiefung ist vorteilhafterweise so geformt, dass der auf die Kammerwand gerichtete Fluidstrom oder nur ein Teil davon einwärts in die Kammer umgelenkt wird. Falls einer der Fluidströme feste Partikel enthält oder ein Gas-Partikel-Strom ist, wird vorzugsweise dieser Fluidstrom so in die Mischkammer eingeleitet.

[0009] Vorzugsweise wird wenigstens einer der Fluidströme, bevorzugt nur einer, in oder an der Kammerwand in die Mischkammer eingeleitet. Die betreffende Zuleitung kann in ihrem die Mündung in die Kammer bildenden Endabschnitt so verlaufen, dass der durch sie eingeleitete Fluidstrom an der Kammer-

wand, an der er aus der Zuleitung austritt, entlangströmt. Besonders bevorzugt wird es, wenn diese Zuleitung in einer Vertiefung der Kammerwand mündet, die in Einstromrichtung kontinuierlich flacher wird, so dass der zunächst in die Vertiefung eintretende Fluidstrom durch den Verlauf der Vertiefung unter einem spitzen Winkel von vorzugsweise höchstens 50° , bevorzugter höchstens 30° , zur Strahlachse in die Kammer einwärts gelenkt wird.

[0010] In einer bevorzugten Ausführungsform verläuft wenigstens eine der Zuleitungen so, dass der durch sie in die Kammer eintretende Fluidstrom durch Kontakt mit der um die Strahlachse gekrümmten Kammerwand einen Drehimpuls um die Strahlachse erhält. Falls diese Zuleitung den Fluidstrom tangential zu der Kammerwand in die Kammer einleitet, weist ihr die Mündung bildender Endabschnitt entsprechend geneigt zu der auf die Kammerwand parallel projizierten Strahlachse. Durch den Kontakt mit der um die Strahlachse gekrümmten Kammerwand wird der Fluidstrom bereits in eine Drehbewegung um die Strahlachse versetzt. Wird der Fluidstrom durch die Zuleitung nicht tangential zu der Kammerwand eingeleitet, weist der Endabschnitt der Zuleitung in einer Parallelprojektion auf die Kammerwand geneigt zu der ebenfalls auf die Kammerwand parallel projizierten Strahlachse. So kann insbesondere ein von der Strahlachse weg weisend in die Kammer eingeleiteter Fluidstrom und/oder ein parallel zu der Kammerwand in einer Vertiefung der Kammerwand eingeleiteter Fluidstrom in seiner Parallelprojektion auf die Kammerwand geneigt zu der auf die gleiche Kammerwand parallel projizierten Strahlachse verlaufen.

[0011] In einer vorteilhaften Weiterbildung werden sowohl der erste als auch der zweite Fluidstrom so in die Mischkammer eingeleitet, dass jeder der Fluidströme unmittelbar bei dem Einleiten, d. h. bei dem Austreten aus der jeweiligen Zuleitung, noch auf der Seite der Mischkammer, auf der seine Zuleitung mündet, durch Kontakt mit der Kammerwand einen Drehimpuls um die Strahlachse erhält. Der Drehimpuls, den der erste Fluidstrom hierdurch erhält, und der Drehimpuls, den der zweite Fluidstrom hierdurch erhält, können gleichgerichtet oder einander entgegen gerichtet sein.

[0012] In einer ebenfalls bevorzugten Ausführung verläuft wenigstens eine, vorteilhafterweise nur eine, der Zuleitungen so, dass der durch sie eingeleitete Fluidstrom einen Drehimpuls um die Strahlachse erst durch das Zusammentreffen der Fluidströme erhält. Die Zuleitung verläuft in ihrem in die Mischkammer mündenden Endabschnitt so, dass ihr Fluidstrom in eine Richtung aus der Zuleitung austritt, die in einer Parallelprojektion auf die Kammerwand, auf die der Fluidstrom gerichtet ist oder an der er austritt, parallel zu der Strahlachse ist.

[0013] Denkt man sich die Kammer durch eine die Strahlachse beinhaltende Ebene in zwei Hälften geteilt, so liegen der Flächenschwerpunkt der Mündung

der ersten Zuleitung und der Flächenschwerpunkt der Mündung der zweiten Zuleitung vorzugsweise in der gleichen Kammerhälfte. Noch bevorzugter liegen die Mündungsflächen der beiden Zuleitungen je komplett in der gleichen Kammerhälfte.

[0014] Bei den wenigstens zwei, vorzugsweise genau zwei Fluidströmen, die in der Mischkammer vermischt und verwirbelt werden, handelt es sich vorzugsweise um einen Flüssigkeitsstrom und einen Gas-Partikel-Strom. Der Partikelanteil des Gas-Partikel-Stroms kann insbesondere ein Soda-Granulat und/oder ein Dolomit-Granulat sein oder ein gefrorenes Fluid, beispielsweise Eis. Das Gas ist vorzugsweise Luft. Auch der Flüssigkeitsstrom kann Partikel für die Oberflächenbehandlung enthalten. Insbesondere kann Wasser den Flüssigkeitsstrom oder nur dessen Flüssiganteil oder einen Bestandteil eines Flüssigkeitsgemisches bilden.

[0015] Eine vorteilhafte Eigenschaft der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es, dass bei Bildung von wenigstens einem der Fluidströme als Gas-Partikel-Strom der Verbrauch an Partikelmaterial gegenüber den bekannten Vorrichtungen deutlich reduziert werden kann. Dies bedeutet zum einen direkt eine Kostenersparnis aufgrund der geringeren Partikelmaterialmenge, und zum anderen ist mit einem verringerten Partikelmaterialverbrauch eine weitere Verschleißminderung verbunden, da Verschleiß insbesondere bei Verwendung von bevorzugt scharfkantigen Partikeln, größtenteils von diesen Partikeln ausgeht. Die Erfindung erlaubt sogar den Verzicht auf einen Flüssigkeitsstrom. Der genannte Flüssigkeitsstrom kann durch einen Gasstrom oder einen weiteren Gas-Partikel-Strom ersetzt werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist gegenüber dem Stand der Technik deutlich verbesserte Trockenlaufeigenschaften auf. Durch einen Flüssigkeitsstrom, der exzentrisch oder geneigt zur Strahlachse oder bevorzugt sowohl exzentrisch als auch geneigt in die Kammer eingeleitet wird, kann unter anderem jedoch einem Ankleben von Partikeln an der Kammerwand entgegengewirkt werden. Der Flüssigkeitsstrom kann somit in der Kammer eine Reinigungsfunktion erfüllen.

[0016] Die erste Zuleitung und die zweite Zuleitung sind in ihren die jeweilige Mündung in die Mischkammer bildenden Endabschnitten vorzugsweise kreiszylindrisch. Zumindest die Endabschnitte sind vorzugsweise gerade. Falls eine der Zuleitungen oder einer der Endabschnitte einen von der Kreiszyklinderform abweichenden Strömungsquerschnitt hat, gelten die vorstehenden Ausführungen für eine Linie oder vorzugsweise gerade Achse, die die Schwerpunkte der Querschnittsflächen der Zuleitung oder des betreffenden Endabschnitts verbindet.

[0017] Die Erfindung betrifft über die Vorrichtung hinaus auch ein Verfahren zur Behandlung von Oberflächen, insbesondere empfindlichen Oberflächen, zu dessen Ausführung die Vorrichtung verwendet wird.

[0018] Bevorzugte Merkmale der Erfindung werden auch in den Unteransprüchen und deren Kombinationen beschrieben, wobei die in den Ansprüchen beschriebenen Merkmale und die vorstehend beschriebenen einander wechselseitig vorteilhaft ergänzen.

[0019] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand von Figuren erläutert. An dem Ausführungsbeispiel offenbar werdende Merkmale bilden je einzeln und in jeder Merkmalskombination die Gegenstände der Ansprüche und die vorstehend beschriebenen Ausgestaltungen vorteilhaft weiter. Es zeigen:

[0020] **Fig. 1** eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erzeugung eines rotierenden Gemischstrahls mit einer Mischkammer und einer Düse in einem Längsschnitt,

[0021] **Fig. 2** die in Strahlrichtung geöffnete Mischkammer in einem anderen Längsschnitt und

[0022] **Fig. 3** die Mischkammer in einem Querschnitt.

[0023] **Fig. 1** zeigt einen Mischkopf einer Vorrichtung zur Erzeugung eines rotierenden Gemischstrahls für die Behandlung von Oberflächen. Die Vorrichtung ist ein Handgerät. Der Mischkopf bildet eine Strahlpistole.

[0024] Der Mischkopf besteht aus einem Gehäuseteil **2** mit einer zu einer Seite offenen Mischkammer **5** und ein Gehäuseteil **3**, das eine Düse bildet und auf der offenen Seite der Mischkammer **5** angesetzt und an dem Gehäuseteil **2** mittels eines Verbindungselements **4**, im Ausführungsbeispiel einer Halteschraube, befestigt ist. Die Düse besteht aus drei Düsenabschnitten, nämlich einem kurzen zylindrischen Abschnitt, der sich unmittelbar an die Mischkammer **5** anschließt, einen mittleren Abschnitt **8**, der sich von dem zylindrischen Abschnitt kontinuierlich zu einem kleinsten Düsenquerschnitt verengt und einem vorderen Abschnitt **9**, der sich von dem engsten Düsenquerschnitt mit einem nach Form und Größe gleichbleibenden Strömungsquerschnitt bis zu dem Düsenauslass erstreckt.

[0025] Die Mischkammer **5** wird umfangsseitig von einer kreiszylindrischen, zu einer Symmetrieachse R rotationssymmetrischen Kammerwand **5a** begrenzt. Die Düse **8, 9** ist ebenfalls zu der Symmetrieachse R rotationssymmetrisch. Die Kammerwand **5a** ist mit Ausnahme von zwei Vertiefungen **12** und **22** glattzylindrisch.

[0026] In die Mischkammer **5** wird durch eine erste Zuleitung **10** ein erster Fluidstrom, vorzugsweise eine Flüssigkeit, besonders bevorzugt Wasser, mit Druck eingeleitet. Ein Gas-Partikel-Gemisch wird durch eine zweite Zuleitung ebenfalls unter Druck in die Mischkammer **5** eingeleitet. Die Fluidströme werden durch die Zuleitungen **10** und **20** so in die Mischkammer **5** eingeleitet, dass sie sich dort vermischen und um die Symmetrieachse R einen Wirbel bilden. Der in der Mischkammer **5** gebildete Gemischwirbel strömt über einen Mischkammerauslass **6** in die Düse **8, 9** und tritt am Düsenauslass in die entlang

der Symmetrieachse R weisende Strahlrichtung V aus. Die Symmetrieachse R wird deshalb im Folgenden als Strahlachse bezeichnet. Aufgrund seiner in der Mischkammer **5** erzeugten Rotationsbewegung rotiert der austretende Gemischstrahl um die Strahlachse R, so dass er sich in Strahlrichtung ausbreitet und dabei kegelförmig aufweitet. Ist der Gemischstrahl auf eine zu behandelnde Oberfläche gerichtet, so entsteht dort aufgrund der Rotationsbewegung eine die Oberfläche schonende Wischbewegung. Bei der Wischbewegung reißt der Gemischstrahl an der Oberfläche haftende Verunreinigungen mit. Im Ergebnis wird eine schonende, aber gründliche Reinigung der Oberfläche erzielt.

[0027] Die Rotationsbewegung des Gemischstrahls wird durch die besondere Art der Einleitung der Fluidströme in die Mischkammer **5** erzeugt. Beide Fluidströme strömen unter Druck sowohl je exzentrisch als auch je mit einer Neigung zu der Strahlachse R in die Mischkammer **5** ein. Die erste Zuleitung **10** weist einen Endabschnitt **11** auf, der an seinem stromabwärtigen Ende in die Mischkammer **5** mündet und bis zu seiner Mündung zu der Strahlachse R geneigt ist und dessen Mündung zu der Strahlachse R eine Exzentrizität aufweist.

[0028] In **Fig. 2** ist der Neigungswinkel α_1 , unter dem der Endabschnitt **11** zu der Strahlachse R geneigt verläuft, eingetragen. Der Neigungswinkel α_1 wird zwischen der Strahlachse R und einer zentralen Achse **12** des Endabschnitts **11** gemessen, wobei die zentrale Achse **12** zu sich selbst parallel auf die Strahlachse R projiziert ist.

[0029] Auch die Zuleitung **20** weist einen in die Mischkammer **5** mündenden Endabschnitt **21** auf, der bis zu seiner Mündung zu der Strahlachse R geneigt ist. Ein zwischen der Strahlachse R und einer zentralen Achse **22** des Endabschnitts **21** gebildeter Neigungswinkel α_2 wird zwischen der Strahlachse R und einer Parallelprojektion der Achse **22** auf die Strahlachse R gemessen. Die Fluidströme werden entlang der jeweiligen zentralen Achse **12** und **22** in die Mischkammer **5** eingeleitet. Die zentralen Achsen **12** und **22** bilden die Einströmachsen und werden im folgenden auch so bezeichnet.

[0030] Der flüssige, durch die Zuleitung **10** eingeleitete Fluidstrom wird unzerstäubt als feiner Strahl eingeleitet, d. h. die Zuleitung **10** mündet mit dem freien Strömungsquerschnitt ihres Endabschnitts **11**. Das Gas-Partikel-Gemisch wird durch die Zuleitung **20** mit einem höheren Druck als der flüssige Fluidstrom eingeleitet und expandiert beim Einströmen in die Mischkammer **5**, strömt aber doch im Wesentlichen entlang der Einströmachse **22** ein.

[0031] **Fig. 3** zeigt die Mischkammer **5** in dem in **Fig. 1** eingetragenen Querschnitt A-A. Eingetragen sind die Exzentrizität e_1 der Mündung der ersten Zuleitung **10** und die Exzentrizität e_2 der Mündung der zweiten Zuleitung **20**. Als Exzentrizität e_1 und e_2 wird je der radiale Abstand verstanden, den die Einströmachsen **12** und **22** in der Mündung der jeweiligen Zu-

leitung **10** oder **20** von der Strahlachse R aufweisen. In **Fig. 3** sind auch die in den **Fig. 1** und **2** dargestellten Schnittebenen A-A und B-B eingetragen.

[0032] Wie sich aus der Zusammenschau der **Fig. 1** und **2** ergibt, existiert von jeder der Einströmachsen **12** und **22** eine Parallelprojektion, die zu der Strahlachse R parallel ist. **Fig. 1** zeigt die betreffende Parallelprojektion für die Zuleitung **10** und **Fig. 2** für die Zuleitung **20**. Von zwei zueinander senkrechten Ebenen, die sich in der Strahlachse R schneiden, enthält die eine Ebene die zu der Strahlachse R parallele Projektion der Einströmachse **12**, und die andere Ebene enthält die zu der Strahlachse R parallele Parallelprojektion der Einströmachse **22**.

[0033] Die Mündungen der Zuleitungen **10** und **20** sind in Strahlrichtung V zueinander versetzt. Die erste Zuleitung **10** mündet stromabwärts von der zweiten Zuleitung **20** in die Mischkammer **5**.

[0034] Die erste Zuleitung **10** mündet in eine Vertiefung **13** der Kammerwand **5a**. Die Vertiefung **13** wird von der Mündung der ersten Zuleitung **10** aus entlang der Einströmachse **12** in Einströmrichtung des ersten Fluidstroms bis zu der zylindrischen Kammerwandung **5a** kontinuierlich flacher. Der erste Fluidstrom, der in dem Endabschnitt **12** der ersten Zuleitung **10** in einem geringen Abstand radial nach außen zu der zylindrischen Mantelinnenfläche der Kammerwand **5a** versetzt ist und dort parallel zu einer Tangente auf die zylindrische Mantelinnenfläche und in diesem Sinne tangential zu der Kammerwand **5a** strömt, wird durch diesen Verlauf der Vertiefung **13** in der Ebene, in der die Parallelprojektion der Einströmachse **12** parallel zu der Strahlachse R ist, unter einem flachen Winkel von der Kammerwand **5a** weg in die Mischkammer **5** gelenkt. Da die Einströmachse **12** zu der Kammerwand **5a** tangential weist und zu der Strahlachse R geneigt ist, erhält der erste Fluidstrom bereits bei dem Einströmen in die Mischkammer **5** und Entlangströmen an der Kammerwand **5a** einen Drehimpuls um die Strahlachse R. Der erste Fluidstrom bewegt sich um die Strahlachse R spiralgig in Strahlrichtung und in die in **Fig. 3** eingetragene Drehrichtung D_1 .

[0035] Die zweite Zuleitung **20** mündet an einer bezogen auf die Strahlrichtung V hinteren Stirnseite der Mischkammer **5**. Ihre Einströmachse **22** schneidet die Kammerwand **5a** unter dem Neigungswinkel α_2 . Der durch die zweite Zuleitung **20** zugeführte Fluidstrom wird somit in der Parallelprojektion der **Fig. 1**, in der der Neigungswinkel α_2 gemessen wird, von der Strahlachse R weg auf den der Mündung der Zuleitung **20** nächstgelegenen Bereich der Kammerwand **5a** gerichtet. Entsprechend wird er zumindest zu einem Teil einwärts in die Mischkammer **5** umgelenkt.

[0036] In dem Bereich der Kammerwand **5a**, gegen den der zweite Fluidstrom gerichtet ist, ist eine weitere Vertiefung **23** gebildet. Indem der zweite Fluidstrom zumindest im Wesentlichen in der Vertiefung **23** den nächstgelegenen Bereich der Kammerwand **5a** trifft, wird der Umlenkeffekt in die Mischkammer **5**

hinein verstärkt und der Umlenkwinkel vergrößert, je im Vergleich zu einer glattzylindrischen Kammerwand **5a**.

[0037] Im Ausführungsbeispiel ist die Richtung der Einströmachse **21** so gewählt, dass der zweite Fluidstrom bei dem Auftreffen auf der Kammerwand **5a** keinen Drehimpuls erhält. Dementsprechend ist die Einströmachse **21** parallel auf eine Erzeugende der Kammerwand **5a** projizierbar, wie die Parallelität der Einströmachse **22** und der Strahlachse R in **Fig. 2** zeigt. Alternativ kann jedoch die Einströmachse **22** eine Neigung zu der Strahlachse R auch in einer Ebene aufweisen, die zu der Ebene, in der ihr Neigungswinkel α_2 gemessen wird, senkrecht ist. Oder es könnte die im Ausführungsbeispiel parallel zu der Strahlachse R verlaufende Vertiefung **23** einen entsprechend geneigten Verlauf aufweisen. Falls die Einströmachse **22** in zwei zueinander senkrechten Ebenen in ihrer Parallelprojektion auf die jeweilige Ebene geneigt zu der Strahlachse R verläuft, ist vorzugsweise auch die Vertiefung **23** mit einer entsprechenden Neigung in der Kammerwand **5a** geformt. Falls beide Fluidströme bereits je für sich durch Wechselwirkung mit der Kammerwand **5a** in eine Drehbewegung um die Strahlachse R versetzt werden, können die so erzeugten Drehbewegungen einander entgegengerichtet sein oder den gleichen Drehsinn aufweisen.

[0038] Die Exzentrizität e_1 und der Neigungswinkel α_1 der Einströmachse **12** sind größer als die Exzentrizität e_2 und der Neigungswinkel α_2 der Einströmachse **22**. Die Exzentrizität e_1 entspricht im Wesentlichen dem Kammerradius. Die Exzentrizität e_2 sollte wenigstens so groß wie der halbe Kammerradius sein; im Ausführungsbeispiel ist sie größer. Der Neigungswinkel α_1 sollte zwischen 5° und 70° betragen, vorzugsweise ist er aus dem Bereich zwischen 10° und 50° gewählt.

[0039] Denkt man sich die Mischkammer durch eine die Rotationsachse R enthaltende Ebene in zwei Kammerhälften geteilt, so sollten die Mündungen der Zuleitungen **10** und **20** zumindest im Wesentlichen in der gleichen Kammerhälfte gebildet sein. Im Wesentlichen bedeutet, dass zumindest der größere Teil der jeweiligen Mündungsfläche in der gleichen Kammerhälfte liegt. Im Ausführungsbeispiel liegen die beiden Mündungen sogar vollständig in der gleichen Kammerhälfte, wie in **Fig. 3** zu erkennen ist.

[0040] Der Mischkammerauslass **6** hat Kreisquerschnitt und ist zu der Rotationsachse R konzentrisch. Seine Querschnittsfläche ist kleiner als die Querschnittsfläche der Mischkammer **5**. In Ausbildung des Auslasses **6** ragt an der in Strahlrichtung V vorderen Stirnseite der Mischkammer **5** um die Strahlachse R umlaufend nach radial einwärts eine Schulter **7** vor, die die Querschnittsfläche des Mischkammerauslasses **6** begrenzt. Die Schulter **7** ragt exakt radial von der Mischkammerwand **5a** vor. Die Schulter **7** dient als Prallschulter für den sich in der Mischkammer **5** bildenden Gemischwirbel. Sie wird von einem ver-

schleißfesten Einsatz gebildet, beispielsweise von einem metallischen oder keramischen Sinterring. Vorzugsweise ist die Düse **8, 9** über ihre gesamte, entlang der Strahlachse R gemessene Länge mit einem verschleißfesten Material ausgekleidet. Die Schulter **7** ist Bestandteil des die Düse **8, 9** bildenden Gehäuseteils **3**. Das Gehäuseteil **3** bildet die Schulter **7** an seiner rückwärtigen Fügefläche, die im montierten Zustand mittels des Verbindungselements **4** gegen die vordere als Fügegegenfläche dienende Stirnfläche des Gehäuseteils **2** gedrückt wird.

[0041] Für die Behandlung, vorzugsweise Reinigung, einer Oberfläche werden der Mischkammer **5** über die Zuleitung **10** ein Flüssigkeitsstrom, vorzugsweise ein Wasserstrom, und über die Zuleitung **20** ein Gas-Partikel-Gemischstrom, vorzugsweise ein Luft-Partikel-Gemischstrom, jeweils unter Druck zugeführt. Der Gas-Partikel-Gemischstrom tritt mit der Exzentrizität e_2 und unter dem Neigungswinkel α_2 von der Strahlachse R weg gerichtet in dem der Mündung der Zuleitung **20** zugewandten Flächenbereich der Kammerwand **5a** auf. Ein Teil des Gas-Partikel-Gemischstroms strömt an der Kammerwand **5a** entlang, ein größerer Teil wird entsprechend der Neigung α_2 einwärts in die Mischkammer **5** umgelenkt. Das Umlenken wird durch die Vertiefung **23**, in der der Gas-Partikel-Gemischstrom im Wesentlichen auf die Kammerwand **5a** trifft, verstärkt. Der durch die erste Zuleitung **10** zugeführte Flüssigkeitsstrom tritt tangential zu der Kammerwand **5a** im Bereich der Vertiefung **13** in die Mischkammer **5** ein. Aufgrund seiner Neigung α_1 wird der Flüssigkeitsstrom bereits allein durch die Wechselwirkung mit der Kammerwand **5a** in eine Eigenrotation um die Strahlachse R versetzt. Ein Teil, vorzugsweise der größere Teil, des Flüssigkeitsstroms wird durch die in Einströmrichtung des Flüssigkeitsstroms abnehmende Tiefe der Vertiefung **13** in die Mischkammer **5** einwärts umgelenkt. Im Ergebnis wird durch die Exzentrizitäten e_1 und e_2 sowie den zu der Strahlachse R geneigten Verlauf der Zuleitungen **10** und **20**, ausgedrückt durch die Neigungswinkel α_1 und α_2 , eine intensive Durchmischung und Wirbelbildung um die Strahlachse R erzeugt.

[0042] Der in der Mischkammer **5** um die Strahlachse R spiralg umlaufende Gemischwirbel des Flüssigkeits-Gas-Partikel-Gemisches fängt sich in seinem der Kammerwand **5a** nahen Teil in der mittels der Schulter **7** gebildeten Innenkante, wodurch der Anteil der Translationsenergie des Gemisches reduziert und umgekehrt der Anteil der Rotationsenergie erhöht werden. Der so in der Mischkammer **5** erzeugte Gemischwirbel tritt durch den Kammerauslass **6** in die Düse **8, 9**. In der Düse **8, 9** wird die Wirbelbewegung des Gemisches stabilisiert. Schließlich tritt der Gemischwirbel nach Durchströmen des stromabwärtigen Düsenabschnitts **9**, der einen konstanten Strömungsquerschnitt bildet, am Düsenauslass aus. Der austretende Gemischstrahl breitet sich kegelförmig mit der Strahlachse R als Symmetrieachse in die

Strahlrichtung V aus. Aufgrund der Rotationsbewegung weitet er sich vom Düsenauslass aus in etwa kegelförmig auf.

Schutzansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung eines um eine Strahlachse (R) rotierenden Fluidstrahls, die Vorrichtung umfassend:

- a) eine Düse (8, 9), durch die der Strahl in Richtung der Strahlachse (R) austritt,
- b) eine Mischkammer (5),
- c) einen Mischkammerauslass (6), der die Mischkammer (5) mit der Düse (8, 9) verbindet und durch den sich die Strahlachse (R) erstreckt,
- d) eine erste Zuleitung (10), durch die ein erster Fluidstrom in die Mischkammer (5) einleitbar ist,
- e) und eine zweite Zuleitung (20), durch die ein zweiter Fluidstrom in die Mischkammer (5) einleitbar ist und die exzentrisch und geneigt zu der Strahlachse (R) und der ersten Zuleitung (10) verläuft, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- f) auch die erste Zuleitung (10) geneigt oder exzentrisch zu der Strahlachse (R) verläuft.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Zuleitung (10) geneigt und exzentrisch zu der Strahlachse (R) verläuft.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Zuleitung (10) solch einen Strömungsquerschnitt bildet, dass eine Flüssigkeit, falls der erste Fluidstrom eine solche enthält oder aus einer solchen allein besteht, unzerstäubt in die Mischkammer (5) eingeleitet wird.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Zuleitung (10) zumindest in einem Endabschnitt (11) bis zu einer Mündung in die Mischkammer (5) tangential zu einer Kammerumfangswand (5a) der Mischkammer (5) verläuft.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Zuleitung (10) in einer Vertiefung (13) einer Kammerumfangswand (5a) der Mischkammer (5) mündet und den ersten Fluidstrom gegen eine Wand der Vertiefung (13) richtet.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuleitungen (10, 20) in die Mischkammer (5) mündende Endabschnitte (11, 21) aufweisen, aus denen die Fluidströme je in Richtung einer Einströmachse (12, 22) aus den Zuleitungen (10, 20) austreten, dass von wenigstens einer der Einströmachsen (12, 22) eine erste Parallelprojektion auf die Strahlachse (R) mit der Strahlachse (R) eine Neigungsebene aufspannt, in

der die erste Parallelprojektion zu der Strahlachse (R) unter einem Neigungswinkel (α_1, α_2) verläuft, und dass eine zweite Parallelprojektion der gleichen Einströmachse (12, 22) auf die Strahlachse (R) mit der Strahlachse (R) eine Parallelebene aufspannt, in der die zweite Parallelprojektion zu der Strahlachse (R) parallel verläuft.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuleitungen (10, 20) in die Mischkammer (5) mündende Endabschnitte (11, 21) aufweisen, aus denen die Fluidströme je in Richtung einer Einströmachse (12, 22) austreten, dass wenigstens eine der Einströmachsen (12, 22) in solch eine Richtung weist, dass der aus ihr austretende Fluidstrom bereits durch Wechselwirkung mit der um die Strahlachse (R) gekrümmten Kammerumfangswand (5a) in eine Drehbewegung um die Strahlachse (R) versetzt wird.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine der Zuleitungen (10, 20) zumindest in einem in die Mischkammer (5) mündenden Endabschnitt (21) von der Strahlachse (R) weg in Richtung auf eine Kammerumfangswand (5a) der Mischkammer (5) verläuft, wobei diese eine der Zuleitungen (10, 20) vorzugsweise zu einer Seite der Strahlachse (R) radial von der Strahlachse (R) beabstandet in die Mischkammer (5) mündet und in Richtung auf die auf der gleichen Seite gelegene Kammerumfangswand (5a) verläuft.

9. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der Endabschnitt (21) in Richtung auf eine in der Kammerumfangswand (5a) gebildete Vertiefung (23) verläuft.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Mischkammer (5) um die Strahlachse (R) umlaufend eine Schulter (7) gebildet ist, die stromabwärts von den Zuleitungen (10, 20) von einer Kammerumfangswand (5a) der Mischkammer (5) auf die Strahlachse (R) zu ragt und mit der Kammerumfangswand (5a) vorzugsweise eine Innenkante bildet.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse (8, 9) sich in Strömungsrichtung der in der Mischkammer (5) vermischten Fluidströme bis auf einen engsten Strömungsquerschnitt verengt und von dem engsten Strömungsquerschnitt bis zu einem Düsenauslass einen Düsenabschnitt (9) mit gleichbleibendem Strömungsquerschnitt bildet.

12. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse (8, 9) sich konisch verengt und der den gleichbleibenden Strömungsquerschnitt bildende Düsenabschnitt (9) zylindrisch ist.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Zuleitungen (**10**, **20**) einen Anschluss für eine Flüssigkeit aufweist.

14. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine der Zuleitungen (**10**, **20**) mit einer Einrichtung für die Zuführung der Flüssigkeit verbunden ist:

15. Vorrichtung nach einem der zwei vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine den Anschluss für die Flüssigkeit aufweisende Zuleitung die erste Zuleitung (**10**) ist.

16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Zuleitungen (**10**, **20**) einen Anschluss für Druckgas aufweist.

17. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine den Anschluss für Druckgas aufweisende Zuleitung (**20**) mit einer Einrichtung für die Zuführung des Druckgases verbunden ist.

18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Zuleitungen (**10**, **20**) mit einer Einrichtung für die Zuführung von Feststoffpartikeln verbunden ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

